

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 7 LANTAI DAN
1 BASEMENT DENGAN METODE DAKTAIL PENUH
DI WILAYAH GEMPA 3**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

AAN RAHMAT NUGROHO

NIM : D100 100 016

NIRM : 10 6 106 03010 50016

Kepada:

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 7 LANTAI DAN
1 BASEMENT DENGAN METODE DAKTAIL PENUH
DI WILAYAH GEMPA 3**

Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 31 Desember 2014

Diajukan oleh :

AAN RAHMAT NUGROHO

NIM : D100 100 016

NIRM : 10 6 106 03010 50016

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Ir. Abdul Rochman, M.T.

NIK. 610

Pembimbing Pendamping



Budi Setiawan, S.T., M.T.

NIK : 785

Anggota,



Basuki, S.T., M.T.

NIK : 783

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 15 Januari 2015



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Sri Sunaryono, M.T., Ph.D.

NIK : 682



Ketua Program Studi Teknik Sipil

Mochamad Solikin S.T., M.T., Ph.D.

NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AAN RAHMAT NUGROHO
NIM : D 100100 016
Program Studi : S1 - TEKNIK SIPIL
Judul Skripsi : **PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
KAMPUS TUJUH 7 LANTAI DAN 1
BASEMENT DENGAN METODE DAKTAIL
PENUH DI WILAYAH GEMPA 3**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan – kutipan dan ringkasan – ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari dan atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi apapun dari Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan atau gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Surakarta batal saya terima.

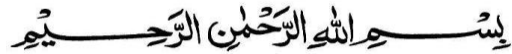
Surakarta, 31 Desember 2014

Yang membuat pernyataan,



Aan Rahmat Nugroho

PRAKATA



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 7 LANTAI DAN 1 BASEMENT DENGAN METODE DAKTAIL PENUH DI WILAYAH GEMPA 3”** ini dapat selesai sebagaimana diharapkan.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat banyak bantuan, bimbingan, petunjuk, dan dorongan yang sangat berguna dari semua pihak.

Kemudian dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Mochamad Solikhin, S.T.,M.T.,Ph.D., selaku Ketua Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T., selaku dosen pembimbing utama dan juga Pembimbing Akademik yang telah memberikan ide, bimbingan, kritik dan arahan kepada penulis.
4. Bapak Budi Setiawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan ide, bimbingan, kritik, dan arahan kepada penulis.
5. Bapak Basuki, S.T, M.T.selaku dosen penguji yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
6. Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
7. Kedua Orang Tuaku, dan Kakakku yang selalu memberikan dorongan baik material maupun spiritual. Terimakasih atas do'a dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini, semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian dan selalu menjaga dalam setiap langkanya.

8. Semua teman dan sahabat khususnya angkatan 2010, yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu penyusun mengharapkan kritikan dan saran yang membangun, guna lebih sempurna dan bermanfaat untuk kemudian hari.

Akhir kata semoga Tugas Akhir yang penyusun tulis dapat bermanfaat bagi kita semua, *Aamiin*.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, 31 Desember 2014
Penyusun

MOTTO

"Anda takkan tahu apa yang tak dapat Anda lakukan
sampai Anda Mencobanya."

(Henri James)

"Jangan takut mengambil langkah besar jika memang dibutuhkan.
Anda tidak dapat menyebrangi jurang hanya dengan dua lompatan kecil."

(David L. George)

"Ada dua jenis orang gagal.

Yang pertama, mereka yang berbuat tapi tak pernah berpikir.
Yang kedua, mereka yang berpikir tetapi tidak pernah berbuat."

(Shiv Khera)

"Barang siapa yang melepaskan satu kesusahan seorang mukmin, pasti Allah akan melepaskan darinya satu kesusahan pada hari kiamat. Barang siapa yang menjadikan mudah urusan orang lain, pasti Allah akan memudahkannya di dunia dan di akhirat."

(HR.Muslim)

"Bekerja lebih keras tidak seefektif bekerja lebih pintar."

(Jack Trout)

"Ketulusan Orang tua, Saudara dan Sahabat lah yang menjadikan dirimu hebat."

(Aan Rahmat N)

"Tak ada kata BERHENTI, MENYERAH atau TIDAK BISA
selagi tekad ini masih kuat. Yakinlah setiap perjuangan akan menuju kesuksesan
saat kau yakin, seperti keyakinanmu akan Agamamu."

(Aan Rahmat N)

"Saat berbicara mode, berenanglah mengikuti arus, saat berbicara prinsip,
tegarlah seperti batu karang."

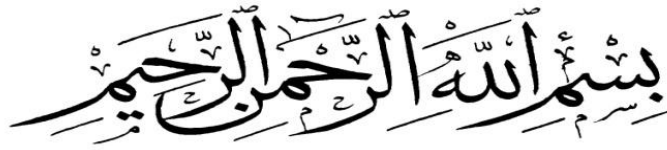
(Thomas Jefferson)

"Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu masyarakat sehingga mereka mengubah apa yang terdapat dalam diri mereka"

(Q.S. Al-Ra'd/13:11)

"Sering kali orang melecehkan kemampuannya sendiri, namun tak sedikit pula orang yang lupa akan keterbatasannya sebagai manusia"

(Raymond P. Write)



AAN dedicate this labour for :

Mom and Dad...

Thank you, for being the wonderful kind of people.

I can these special things to..

I may not get chance to say it very often, but i want you to know how nice it is to have two people as "sweet" and as "thoughtful" for my parents..

You'he given me the most generous gift of all.....

yourr time..... a part of your life.

Thanks God for having you both as a very special part of mine.

Special Thank's to :

- ALLAH S.W.T., Alhamdulillah terimakasih atas semua Nikmat dan Karuniamu.
- Kedua Orangtuaku tercinta Bpk.Sutama , Ibu.Kayati, tirmakasih atas semua pengorbananmu untuk menjadikanku seperti ini, aku tidak akan menyerah menjadi yang terbaik dan menjadi kebanggaan kalian. Semoga Kita semua dalam lindungan Allah S.W.T. Amin.
- Bapak Abdul Rochman, Bapak Budi Setiawan, Bapak Basuki, terimakasih atas bimbingan dan arahnya selama ini.
- Bapak dan Ibu Dosen, terimakasih atas bimbingan dan arahnya selama ini.
- Kakakku Aziza Eastone Asmi, kau akan bangga mempunyai adik seperti aku.
- Eni Widhiastuti, trimakasih atas dorongan dan semangat yang kau berikan.

- Sahabatku , Damar, Fajar, Dimas, Abba, Wahyu, Wisnu, Aris Wibowo, Aris Widanarki, Tityo, Andi, Didik dan yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
- Teman-teman di kampus, Agus P, Agus, Wahyu, Wisnu, Aris Wibowo, Aris Widanarki, Tityo, Andi, Vipa, Dede, Toni, Fajar, Ambar (cewek), Eddi, Arroyan, dan semua teman saya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu. Terimakasih telah menajarkanku banyak hal, semoga kita sukses selalu.
- Terimakasih Mas Pur dan Mas Bambang sudah membantu segala persiapan saya untuk menjadi Sarjana.
- Dan terimakasih kepada semua orang yang perduli kepadaku, maaf kalau selama ini aku banyak berbuat salah, ayo kita wujudkan impian-impian kita.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR NOTASI	xxiv
ABSTRAKSI	xxxi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Perencanaan	2
D. Manfaat Perencanaan	2
E. Lingkup Rencana	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Pembebanan Struktur	6
1. Kekuatan komponen struktur	6
2. Faktor keamanan	7
B. Daktilitas	9
C. Perencanaan sendi plastis	10
D. Beban Gempa	11
1. Faktor respons gempa (C_1)	11
2. Faktor keutamaan gedung (I)	14
3. Faktor reduksi gempa (R)	14
4. Berat total gedung (W_t)	15

BAB III. LANDASAN TEORI.....	17
A. Perencanaan Struktur Portal dengan Prinsip Daktilitas Penuh.	17
B. Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja	17
1. Perencanaan gording.....	18
2. Perencanaan <i>sagrod</i>	19
3. Perencanaankuda-kuda	20
3a). <i>Batang tekan</i>	20
3b). <i>Batang tarik</i>	21
4. Perencanaan sambungan baut	23
C. Perencanaan Struktur Plat Lantai dan Tangga	25
1. .Perencanaan plat	25
1a). <i>Persyaratan untuk perencanaan</i>	25
1b). <i>Perencanaan plat satu arah</i>	26
1c). <i>Perencanaan plat dua arah</i>	27
1d). <i>Langkah hitungan</i>	29
2. Perencanaan tangga beton bertulang	33
2a). <i>Sudut α atau kemiringan tangga</i>	33
2b). <i>Lebar tangga</i>	33
2c). <i>Ukuran anak tangga</i>	33
2d). <i>Berat anak tangga</i>	34
D. Perencanaan Balok Dengan Prinsip Daktail Penuh	34
1. Langkah-langkah perencanaan balok.....	34
1a). <i>Hitungan tulangan memanjang balok dengan</i> <i>tulangan tunggal</i>	34
1b). <i>Hitungan tulangan memanjang balok dengan</i> <i>tulangan rangkap</i>	35
1c). <i>Hitungan momen kapasitas balok</i>	38
2. Perhitungan momen tersedia balok.....	39
2a). <i>Momen tersedia balok tulangan tunggal</i>	39
2b). <i>Momen tersedia balokt ulangan rangkap</i>	39
3. Perencanaan tulangan geser balok	40

4. Perhitungan Torsi Balok	41
E. Perencanaan Kolom Dengan Prinsip Daktil Penuh.....	44
1. Perencanaan tulangan memanjang kolom	44
2. Perhitungan tulangan geser/begel kolom	48
F. Perencanaan Tulangan Geser Join	51
1. Tulangan geser horisontal	51
2. Tulangan geser vertikal	54
G. Perencanaan Fondasi	56
1. Perhitungan kekuatan tiang tunggal	56
1a). Perhitungan terhadap kekuatan tiang.....	56
1b). Tinjauan terhadap bahan lunak.....	56
2. Perhitungan jumlah tiang dan daya dukung	
kelompok tiang	57
2a). Perhitungan jumlah tiang	57
2b). Perhitungan daya dukung kelompok tiang	58
3. Kontrol daya dukung maksimum tiang pancang	58
4. Kontrol tegangan geser dan penulangan poer pondasi.....	58
4a). Tegangan geser satu arah.....	58
4b). Tegangan geser dua arah (geser pons).....	59
4c). Perhitungan penulangan plat poer	60
4d). Perhitungan panjang penyaluran (L_d) poer pondasi ..	61
4e). Kontrol kuat dukung pondasi	62
5. Perhitungan tulangan dan kontrol tegangan	
(beton dan baja) tiang	62
5a). Perhitungan tulangan memanjang tiang pancang	62
5b). Penulangan geser tiang pancang.....	65
6. Perencanaan sloof	70
6a). Perencanaan tulangan memanjang sloof.....	70
6b). Perencanaan tulangan geser sloof.....	70

BAB IV. METODE PERENCANAAN	73
A. Materi Perencanaan	73
B. Alat Bantu Perencanaan	73
C. Tahapan Perencanaan	73
 BAB V. PERENCANAAN STRUKTUR ATAP	 75
A. Mencari Panjang Batang Kuda-kuda	77
B. Perencanaan Gording	78
1. Data-data yang digunakan	78
2. Analisa beban	79
3. Kontrol kekuatan dan keamanan gording	82
3a). Kontrol tegangan	82
3b). Kontrol ledutan	83
C. Perencanaan Kuda-Kuda	84
1. Data-data Perencanaan	84
2. Analisa Pembebanan	84
2a). Akibat Beban Mati	84
2b). Akibat Beban Hidup	87
2b). Akibat Beban Angin	88
3. Analisa Mekanika	91
D. Perencanaan Profil dan Dimensi Batang Kuda-Kuda	96
1. Batang Atas	96
2. Batang Bawah	101
3. Batang diagonal	102
4. Batang Vertikal	107
E. Perencanaan Sambungan	109
F. Perencanaan Plat Buhul	113
G. Perencanaan Plat Kopel	124
H. Kontrol Kekuatan Alat Sambung Baut	126

BAB VI. PERENCANAAN PLAT DAN TANGGA	130
A. Perencanaan Plat Lantai	130
1. Analisis pembebanan plat	132
2. Perhitungan momen plat lantai	132
3. Perhitungan penulangan plat lantai (daerah lapangan)	134
4. Perhitungan penulangan plat lantai (daerah tumpuan)	137
B. Perencanaan Plat Atap	142
1. Analisis pembebanan plat	143
2. Perhitungan momen plat atap	144
3. Perhitungan penulangan plat atap (daerah lapangan)	145
4. Perhitungan penulangan plat atap (daerah tumpuan)	148
C. Perencanaan Tangga.....	154
1. Perhitungan anak tangga	154
2. Analisis pembebanan	154
3. Momen tangga	155
4. Perhitungan tulangan badan tangga	156
5. Perhitungan tulangan bordes tangga	162
D. Perencanaa Plat Lantai dan Dinding <i>Basement</i>	167
1. Perencanaan Dinding <i>Basement</i>	167
1a). Analisis Pembebanan Dinding.....	167
1b). Perhitungan Momen Dinding <i>Basement</i>	168
1c). Perhitungan Penulangan Dinding <i>Basement</i> (daerah lapangan)	168
1d). Perhitungan Penulangan Dinding <i>Basement</i> (daerah tumpuan).....	171
2. Perencanaan Lantai <i>Basement</i>	174
2a). Analisa Pembebanan Lantai	174
2b). Perhitungan Momen Lantai <i>Basement</i>	174
2c). Perhitungan Penulangan Lantai <i>Basement</i> (daerah lapangan).....	175
2d). Perhitungan Penulangan Lantai <i>Basement</i> (daerah tumpuan)	178

BAB VII. ANALISIS BEBAN PADA PORTAL	183
A. Analisis Beban Gravitasi Pada Struktur Gedung.....	183
1. Portal as-A	186
2. Portal as-B	188
3. Portal as-C	190
4. Portal as-D	190
5. Portal as-E	190
6. Portal as-F.....	188
7. Portal as-G.....	190
8. Portal as-H.....	194
9. Portal as-1	196
10. Portal as-3	199
11. Portal as-6	201
B. Analisis Beban Gempa	202
1. Perhitungan beban gempa	202
1a). Berat bangunan lantai atap	202
1b). Berat bangunan lantai dasar s/d 7.....	203
1c). Berat total bangunan.....	203
2. Analisis gaya geser dasar akibat beban gempa	203
2a). Waktu getar alami gedung	203
2b). Faktorrespon gempa (C).....	204
2c). Faktor keutamaan gedung I dan R.....	204
2d). Gaya geser horisontal (V).....	204
2d). Distribusi gaya geser gempa sepanjang tinggi gedung.....	204
 BAB VIII. PERENCANAAN TULANGAN PORTAL	 205
A. Perencanaan Balok	205
1. Kombinasi beban	205
2. Perencanaan tulangan memanjang balok.....	206
2a).Balok Ujung kiri	206

2b).Balok lapangan	209
2c). Balok Ujung kanan	211
3. Momen rencana balok	214
4. Panjang penyaluran tulangan balok.....	217
5. Selimut momen balok.....	217
6. Momen kapasitas	218
7. Perencanaan tulangan geser balok.....	220
8. Perencanaan tulangan torsi balok	226
B. Perencanaan Kolom	227
1. Kombinasi beban	227
2. Perencanaan tulangan memanjang kolom	228
2a).Momen perlu kolom arah y	229
2b).Gaya aksial kolom arah y.....	231
2c).Momen perlu kolom arah x.....	239
2d).Gaya aksial kolom arah x.....	241
2e). Penulangan kolom	244
3. Kontrol kekuatan kolom	249
4. Perencanaan tulangan geser kolom	256
4a). Perhitungan gaya geser perlu kolom	256
4b). Perhitungan tulangan begel kolom	257
C. Penulangan joint	259
1. Tulangan geser horisontal.....	259
2. Tulangan geser vertikal	262
 BAB IX. PERENCANAAN PONDASI.....	 264
A. Perhitungan Tiang Pancang.....	264
1. Tulangan memanjang tiang pancang	270
2. Tulangan geser tiang pancang	271
3. Daya dukung terhadap kekuatan tiang pancang	272
4. Daya dukung terhadap kekuatan tanah.....	272
5. Penentuan jumlah tiang pancang	273

6.	Perhitungan daya dukung kelompok tiang	273
7.	Kontrol daya dukung maksimum tiang pancang	274
B.	Perhitungan <i>Poer</i>	275
1.	Kontrol tegangan geser	275
	<i>1a). Tegangan geser satu arah</i>	275
	<i>1b). Tegangan geser dua arah</i>	277
2.	Penulangan <i>poer</i>	279
3.	Panjang penyaluran tegangan tulangan	238
C.	Perencanaan <i>Sloof</i>	285
	1. Perencanaan tulangan memanjang	285
	2. Perencanaan tulangan geser <i>sloof</i>	288
BAB X.	KESIMPULAN DAN SARAN	290
	A. Kesimpulan	290
	B. Saran.....	291
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan	14
Tabel II.2. Faktor reduksi gempa	15
Tabel II.3. Koefisien reduksi beban hidup	16
Tabel III.1. Besar momen dan panjang bagian tumpuan	27
Tabel III.2. Tebal minimum plat dan balok	27
Tabel III.3. Perkiraan nilai rata-rata Kd	57
Tabel V.1. Panjang batang penyusun kuda-kuda utama	78
Tabel V.2. Momen kombinasi perencanaan gording	81
Tabel V.3. Panjang masing-masing batang kuda-kuda baja	85
Tabel V.5.1. Hasil perhitungan gaya batang kuda-kuda baja	91
Tabel V.5.2. Hasil perhitungan gaya batang kuda-kuda baja	92
Tabel V.6. Validasi hasil hitungan gaya batang	93
Tabel V.7. Gaya batang kombinasi kuda-kuda baja	95
Tabel V.8. Perencanaan dimensi batang kuda-kuda	108
Tabel V.9.1. Hitungan kebutuhan jumlah baut	111
Tabel V.9.2. Hitungan kebutuhan jumlah baut	112
Tabel VI.1. Perhitungan momen perlu plat lantai	133
Tabel VI.2. Tulangan dan momen tersedia plat lantai	141
Tabel VI.3. Perhitungan momen perlu plat lantai atap	144
Tabel VI.3. Perhitungan momen perlu plat lantai atap	145
Tabel VI.4. Tulangan dan momen tersedia plat atap	152
Tabel VI.4. Tulangan dan momen tersedia plat atap	153
Tabel VI.5. Momen tangga	156
Tabel VI.6. Tulangan dan momen tersedia struktur tangga	166
Tabel VI.7. Tulangan dan momen tersedia plat dinding <i>basement</i>	173
Tabel VI.8. Tulangan dan momen tersedia plat lantai <i>basement</i>	182
Tabel VII.1. Distribusi gaya geser gempa tiap lantai	204
Tabel VIII.1. Momen kombinasi balok B0.12 portal As-E	206

Tabel VIII.2.	Gaya geser yang bekerja pada balok B0.12 portal As-E.....	220
Tabel VIII.3.	Hasil hitungan gaya lintang (gaya geser)	223
Tabel VIII.4.	Gaya dalam Kolom K0.4 ujung atas Portal As-E	228
Tabel VIII.5.	Gaya dalam Kolom K0.4 ujung bawah Portal As-E	229
Tabel VIII.6.	Gaya dalam Kolom K0.4 ujung atas Portal As-E	238
Tabel VIII.7.	Gaya dalam Kolom K0.4 ujung bawah Portal As-E	238
Tabel VIII.8.	Gaya aksial dan momen lentur pada keadaan beton tekan menentukan	250
Tabel VIII.9.	Gaya aksial dan momen lentur pada keadaan seimbang	251
Tabel VIII.10.	Gaya aksial dan momen lentur pada keadaan beton tarik menentukan	252

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1.	Lokasi pemasangan sendi plastis pada balok dan kolom 10
Gambar II.2.	Wilayah gempa indonesia dengan percepatan puncak bantuan dasar dengan periode ulang 500 tahun (SNI 03-1726-2002) .. 12
Gambar II.3.	Respon spektrum gempa rencana (SNI 03-1726-2002) 13
Gambar III.1	Bagan alir perencanaan gording 19
Gambar III.2.	Pembebanan pada <i>sagrod</i> 19
Gambar III.3.	Bagan alir perencanaan kuda-kuda 22
Gambar III.4.	Empat kemungkinan putus pada sambungan baut pada plat baja 23
Gambar III.5.	Bagan alir perencanaan sambungan kuda-kuda 24
Gambar III.6.	Momen lentur pada plat satu arah 26
Gambar III.7.	Plat dua arah 28
Gambar III.8.	Penyaluran beban ke tumpuan plat dua arah (Wang, 1989)..... 29
Gambar III.9.	Bagan alir perhitungan penulangan plat 31
Gambar III.10.	Bagan alir perhitungan momen tersedia plat 32
Gambar III.11.	Bagan alir perhitungan tulangan longitudinal balok 37
Gambar III.12.	Bagan alir perhitungan momen kapasitas balok 41
Gambar III.13.	Bagan alir perhitungan tulangan geser (begel) balok 42
Gambar III.14.	Bagan alir perhitungan torsi balok 43
Gambar III.15.	Bagan alir perhitungan memanjang kolom 46
Gambar III.16.	Rumus perhitungan tulangan longitudinal kolom 47
Gambar III.17.	Bagan alir perhitungan tulangan geser (begel) kolom 50
Gambar III.18.	Bagan alir perhitungan tulangan (begel) horizontal buhul 53
Gambar III.19.	Bagan alir perhitungan tulangan (begel) vertikal buhul 55
Gambar III.20.	Tegangan geser satu arah 58
Gambar III.21.	Tegangan geser dua arah 59
Gambar III.22.	Diagram tegangan regangan plat <i>poer</i> 60
Gambar III.23.	Gaya dalam pada pengangkatan dua titik 62
Gambar III.24.	Gaya dalam pada pengangkatan satu titik 63

Gambar III.25.	Bagan alir perhitungan <i>poer</i>	66
Gambar III.26.	Bagan alir daya dukung tiang pancang.....	67
Gambar III.27.	Bagan alir gaya tiang	68
Gambar III.28.	Perhitungan penulangan geser pancang.	69
Gambar IV.1.	Bagan alir tahapan perencanaan	74
Gambar V.1.	Denah atap kuda - kuda	75
Gambar V.1a.	Kuda-kuda utama	76
Gambar V.1b.	Setengah kuda-kuda utama.....	76
Gambar V.1c.	Kuda-kuda (KK2).....	76
Gambar V.1d.	Kuda-kuda (KK3).....	76
Gambar V.2.	Bentuk Kuda – kuda utama	77
Gambar V.3.	Penampang baja profil kanal .150.50.20.2,3	79
Gambar V.4.	Pembebanan akibat beban mati	84
Gambar V.5.	Pembebanan akibat beban hidup	87
Gambar V.6.	Pembebanan akibat angin kanan	88
Gambar V.7.	Pembebanan akibat angin kiri	90
Gambar V.8.	Analisa perhitungan dengan Metode Cremona	92
Gambar VI.1.	Denah plat lantai dasar	130
Gambar VI.2.	Denah plat lantai 1	130
Gambar VI.3.	Denah plat lantai 2 s/d 5	131
Gambar VI.4.	Denah plat lantai 6 dan 7	131
Gambar VI.5.	Denah plat atap.....	142
Gambar VI.6.	Denah plat atap.....	143
Gambar VI.7.	Sistem peletakan pada struktur tangga	155
Gambar VII.1.	Pola garis leleh untuk plat persegi.....	183
Gambar VII.2.	Notasi as dan penyebaran beban gravitasi pada lantai atap.....	183
Gambar VII.3.	Notasi as dan penyebaran beban gravitasi pada lantai atap.....	183
Gambar VII.4.	Notasi as dan penyebaran beban gravitasi pada lantai dasar dan lantai 2 s/d 7.....	184
Gambar VII.5.	Notasi as dan penyebaran beban gravitasi pada lantai 1	185
Gambar VII.6.	Distribusi beban pada as-A dan as-H	186

Gambar VII.7.	Distribusi beban pada as-B dan as-H	188
Gambar VII.8.	Distribusi beban pada as-B dan as-G	191
Gambar VII.9.	Distribusi beban pada as-H.....	194
Gambar VII.10.	Distribusi beban pada as-D.....	196
Gambar VII.11.	Distribusi beban pada as-3	199
Gambar VII.12.	Distribusi beban pada as-6	110
Gambar VIII.1.	Penulangan balok ujung kiri.....	209
Gambar VIII.2.	Penulangan balok lapangan	211
Gambar VIII.3.	Penulangan balok ujung kanan.....	213
Gambar VIII.4.	Penulangan Balok Balok B0.12 Portal As-E.....	213
Gambar VIII.5.	Selimut momen Balok B0.12 Portal As-E.....	217
Gambar VIII.6.	Gaya geser perlu Balok B0.12 Portal As-E.....	217
Gambar VIII.7.	Penulangan begel Balok B0.12 Portal As-E.....	226
Gambar VIII.8.	Penulangan pada Balok B0.12 Portal As-E.....	226
Gambar VIII.9.	Posisi Kolom K0.4 Portal E	228
Gambar VIII.10.	Posisi Kolom K0.4 Portal E	238
Gambar VIII.11.	Tulangan longitudinal Kolom K0.4 arah x.....	248
Gambar VIII.12.	Tulangan longitudinal Kolom K0.4 arah y.....	248
Gambar VIII.13.	Tulangan longitudinal Kolom K0.4 arah x dan arah y	249
Gambar VIII.14.	Diagram interaksi Kolom (arah melintang dan arah membujur sama)	254
Gambar VIII.15.	Penulangan begel Kolom K0.4 arah x dan arah y	258
Gambar VIII.16.	Buhul J223.....	259
Gambar VIII.17.	Buhul J223.....	260
Gambar VIII.18.	Penulangan Buhul J223	263
Gambar IX.1.	Struktur pondasi	264
Gambar IX.2.	Gaya dalam pada pengangkatan satu titik	265
Gambar IX.3.	SFD dan BMD pengangkatan satu titik.....	267
Gambar IX.4.	Gaya dalam pada pengangkatan dua titik.....	267
Gambar IX.5.	SFD dan BMD pengangkatan dua titik	269
Gambar IX.6.	Tulangan memanjang tiang pancang	270

Gambar IX.7.	Penulangan tiang pancang	271
Gambar IX.8.	Penempatan 9 tiang pancang	273
Gambar IX.9.	Tegangan geser 1 arah	276
Gambar IX.10.	Tegangan geser dua arah	277
Gambar IX.11.	Acuan momen <i>poer</i> fondasi	279
Gambar IX.12.	Penulangan <i>poer</i> dan fondasi tiang pancang	283
Gambar IX.13.	Penulangan Sloof.....	286
Gambar IX.14.	Penulangan memanjang Sloof	289

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang batang profil baja, cm^2 .
A_{an}	= Luas tulangan kolom antara pada join, mm^2 .
A_{cp}	= Luas penampang keseluruhan, termasuk rongga pada penampang berongga (lihat daerah yang diarsir), mm^2 .
A_g	= Luas bruto penampang kolom, mm^2 .
A_j	= Luas daerah buhul (<i>joint</i>), mm^2 .
A_{jh}	= Luas tulangan geser join horisontal, mm^2 .
A_{jv}	= Luas tulangan geser join vertikal, mm^2 .
A_k	= Luas tulangan khusus, mm^2 .
A_n	= $A_g - A_{\text{st}}$ = luas bersih (<i>netto</i>) beton pada suatu penampang kolom, mm^2 .
A_{oh}	= Luasan yang dibatasi garis begel terluar, mm^2 .
A_s	= Luas tulangan tarik, mm^2 .
A_s'	= Luas tulangan tekan, mm^2 .
$A_{s,k}$	= Luas tulangan tarik kolom, mm^2 .
$A_{s,k}'$	= Luas tulangan tekan kolom, mm^2 .
$A_{s,\text{min}}$	= Luas tulangan minimal sesuai persyaratan, mm^2 .
A_{st}	= Luas total tulangan, mm^2 .
$A_{s,u}$	= Luas tulangan tarik perlu, mm^2 .
$A_{s,u}'$	= Luas tulangan tekan perlu, mm^2 .
A_t	= Luas tulangan longitudinal torsi, mm^2 .
A_{vs}	= Luas tulangan geser, mm^2 .
A_{vt}	= Luas tulangan torsi (sengkang) per meter, m^2 .
$A_{v,u}$	= Luas tulangan geser perlu, mm^2 .
a	= Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen, mm.
B	= Ukuran lebar portal dalam arah pembebanan gempa, m.
b	= Ukuran lebar penampang struktur, mm.
I_x	= Lebar sayap profil baja, mm.
m	= Ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada tingkat yang ditinjau diukur tegak lurus pada arah pembebanan, m.
b_b	= Lebar balok, mm.

b_j	= Ukuran lebar penampang join, mm.
b_k	= Lebar kolom, mm.
b_o	= Keliling dari penampang kritis pada fondasi, mm.
C	= Kohesi, kg/cm^2 .
C_c	= Gaya tekan beton, kN.
C_{ki}	= Gaya tekan beton pada balok disekitar join bagian kiri, kN.
C_{ka}	= Gaya tekan beton pada balok disekitar join bagian kanan, kN.
C_1	= Nilai faktor respons gempa yang diperoleh dari spektrum respons gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
c	= Jarak antara serat beton tepi ke garis netral, mm.
c_1	= Koefisien tergantung pada jenis beban dan kondisi perletakan.
c_2	= Koefisien tergantung posisi beban vertikal terhadap pusat gesernya.
D	= Diameter tulangan deform, mm.
\emptyset	= Dimensi <i>sagrod</i> , cm.
d	= Ukuran tinggi manfaat struktur (balok, kolom, pelat, <i>poer</i>), mm.
d_b	= Diameter tulangan pokok, mm.
d_i	= Simpangan horisontal lantai tingkat ke-i, mm.
d_p	= Diameter tulangan geser polos, mm.
d_s	= Jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik, mm.
d_s'	= Jarak antara tepi serat beton tekan dan pusat berat tulangan tekan, mm.
E	= Beban gempa, kN.
F_y	= Modulus elastisitas baja. kg/cm^2 .
e_d	= Eksentrisitas rencana, m.
F_i	= Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung, kN.
f_c'	= Kuat tekan beton yang diisyaratkan, MPa.
f_y	= Tegangan leleh baja tulangan, MPa.
f_{yl}	= Tegangan leleh tulangan longitudinal, MPa.
f_{yv}	= Tegangan leleh tulangan sengkang, kNm.

f_1	= Faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam struktur gedung.
f_2	= Faktor selimut beton.
f_3	= Faktor sengkang atau sengkang ikat.
f_4	= Faktor tulangan lebih.
f_5	= Faktor beton agregat ringan.
f_6	= Faktor tulangan berlapis epoksi.
g	= Percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det^2
H	= Tinggi gedung, m.
W_{air}	= Beban air hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air, kN.
h	= Tinggi balok, mm.
h_c	= Ukuran tinggi penampang kolom, mm.
h_n	= Tinggi bersih kolom, m.
I	= Lebar bidang injakan (<i>aantrede</i>), atau lebar anak tangga, cm.
R	= Faktor keutamaan gedung.
I_1	= Faktor keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
I_2	= Faktor keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.
i	= Jari-jari kelembaman batang, cm.
K	= Faktor momen pikul, MPa.
K_a	= Koefisien tekanan tanah aktif
K_{maks}	= Faktor momen pikul maksimal, MPa.
L	= Beban hidup, kN.
L_k	= Jarak antar kuda-kuda, m.
L_a	= Beban hidup di atap, kN.
L_E	= <i>Location of Earthquake</i>
L_k	= Panjang tekuk batang, cm.
$L_{n,b}$	= Bentang balok pada balok yang ditinjau, m.
l_b	= Bentang bruto balok, m.

$l_{b,a}$	= Panjang bruto balok di kanan buhul, m.
$l_{b,i}$	= Panjang bruto balok di kiri buhul, m.
l_k	= Panjang bruto kolom, m.
$l_{k,a}$	= Panjang bruto kolom di atas buhul, m.
$l_{k,b}$	= Panjang bruto kolom di bawah buhul, m.
l_n	= Bentang bersih balok, m.
$l_{n,a}$	= Panjang bersih balok di kanan buhul, m.
$l_{n,i}$	= Panjang bersih balok di kiri buhul, m.
L_u	= Panjang kolom, m.
$M_{D,k}$	= Momen kolom akibat benda mati, kNm.
$M_{E,k}$	= Momen kolom akibat beban gempa, kNm.
$M_{L,k}$	= Momen kolom akibat benda hidup, kNm.
M_p	= Momen puntir, kNm.
M_{pr}	= Momen kapasitas balok, kNm.
$M_{pr,i}$	= Momen kapasitas balok di kiri buhul, kN-m.
$M_{pr,a}$	= Momen kapasitas balok di kanan buhul, kN-m.
$M_u^{(+)}$	= Momen perlu positif, kNm.
$M_u^{(-)}$	= Momen perlu negatif, kNm.
$M_{u,b}$	= Momen perlu balok, kNm.
$M_{u,k}$	= Momen perlu, kNm.
$M_{u,ka}$	= Momen perlu ujung kolom atas dari kolom yang ditinjau, kNm.
$M_{u,kb}$	= Momen perlu ujung kolom bawah dari kolom yang ditinjau, kNm.
N	= Gaya tekan pada batang, kg.
$N_{u,k}$	= Gaya normal perlu kolom, kN.
n	= Jumlah tingkat struktur gedung.
t	= Nomor lantai tingkat paling atas.
P_a	= Tekanan tanah aktif total, kN/m.
$P_{D,k}$	= Gaya normal kolom akibat beban mati, kN.
$P_{E,k}$	= Gaya normal kolom akibat beban gempa, kN.
$P_{L,k}$	= Gaya normal kolom akibat beban hidup, kN.
P_o	= Beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.

$P_{U,k}$	= Gaya normal perlu kolom, kN.
$P_{u,k,maks}$	= Gaya normal perlu maksimum kolom, kN.
p_{cp}	= Keliling penampang keseluruhan (keliling batas terluar daerah yang diarsir), mm.
p_h	= Keliling daerah yang dibatasi oleh sengkang tertutup, mm ² .
R	= Faktor reduksi gempa yang bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut.
R_v	= Faktor reduksi jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau.
S	= Bentang balok yang dipasang sengkang torsi = 1000 mm.
T	= Tinggi bidang tanjakan (<i>optrede</i>), atau tinggi anak tangga, cm.
T_{ka}	= Gaya tarik tulangan pada balok disekitar join bagian kanan, kN.
T_{ki}	= Gaya tarik tulangan pada balok disekitar join bagian kiri, kN.
T_n	= Kuat torsi nominal, kNm.
T_R	= Waktu getar alami fundamental gedung beraturan berdasarkan rumus Rayleigh, detik.
T_r	= Momen puntir / torsi rencana, kNm.
T_u	= Torsi terfaktor atau torsi perlu, kNm.
T_1	= Waktu getar alami fundamental struktur gedung, detik.
t_b	= Tebal badan profil baja, mm.
t_s	= Tebal sayap profil baja, mm.
V	= Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan, kN.
V_c	= Kuat geser beton, kN.
V_{ch}	= Gaya horizontal yang ditahan beton, N.
V_{cv}	= Gaya geser vertikal yang ditahan beton, N.
$V_{D,b}$	= Gaya geser balok akibat beban mati, kN.
$V_{D,k}$	= Gaya geser kolom akibat beban mati, kN.
$V_{E,b}$	= Gaya geser balok akibat beban gempa, kN.
$V_{E,k}$	= Gaya geser kolom akibat beban gempa, kN.
V_{jh}	= Gaya geser buhul (<i>joint</i>) horisontal, N.

V_{kol}	= Gaya geser kolom, kN.
$V_{L,b}$	= Gaya geser balok akibat beban hidup, kN.
$V_{L,k}$	= Gaya geser kolom akibat beban hidup, kN.
V_s	= Gaya geser yang ditahan begel, kN.
V_{sh}	= Gaya geser horizontal yang ditahan oleh begel, N.
V_{sv}	= Gaya geser vertikal yang ditahan begel, N.
V_u	= Gaya geser perlu, N.
V_{ud}	= Gaya geser perlu balok pada jarak d dari muka kolom, kN.
V_{u1}	= Gaya geser perlu pada daerah tumpuan balok, kN.
V_{u2}	= Gaya geser perlu pada daerah lapangan balok, kN.
V_{u2h}	= Gaya geser perlu balok pada jarak $2.h$ dari muka kolom, kN.
v_{jh}	= Tegangan geser buhul (<i>joint</i>) horisontal, N/mm^2 .
W	= Beban angin, kN.
W_i	= Berat lantai tingkat ke- i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
W_t	= Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
Z_a	= Lengan momen bagian kanan, mm.
Z_i	= Lengan momen bagian kiri, mm.
α	= Faktor lokasi penulangan.
α_k	= Faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau.
β	= Faktor pelapis
δ	= Tebal pelat buhul, mm.
δ_{maks}	= Lendutan maksimal, cm.
δ_x	= Lendutan pada arah x , cm.
δ_y	= Lendutan pada arah y , cm.
ϵ'_c	= Regangan tekan beton, mm.
ϵ_s	= Regangan tarik baja tulangan, mm.
ϕ	= Faktor reduksi kekuatan.
γ	= Berat jenis tanah, ton/m^3 .
φ	= Sudut geser tanah.
λ	= Faktor beton agregat ringan.

λ_d	= Panjang penyaluran tulangan tarik, mm.
λ_{dh}	= Panjang penyaluran kait, mm.
λ_{hb}	= Panjang penyaluran dasar, mm.
λ_o	= Jarak sendi plastis dari muka kolom, m.
μ	= Faktor daktilitas struktur gedung yang boleh dipilih menurut Kebutuhan.
θ	= Sudut retak = 45° untuk non prategang.
ρ	= Rasio tulangan, %.
ρ_{maks}	= Rasio tulangan maksimal, %.
ρ_{min}	= Rasio tulangan minimal, %.
ρ_t	= Rasio tulangan tersedia, %.
$\bar{\sigma}$	= Tegangan dasar baja, kg/cm^2 .
σ_d	= Tegangan desak baut, kg/cm^2 .
$\bar{\sigma}_{kip}$	= Tegangan kip, kg/cm^2 .
σ_l	= Tegangan leleh baja, kg/cm^2 .
$\bar{\sigma}_t$	= Tegangan tarik ijin baja, kg/cm^2 .
$\bar{\tau}_{baut}$	= Tegangan geser ijin baut, kg/cm^2 .
$\bar{\tau}_{bh}$	= Tegangan geser ijin pelat buhul, kg/cm^2 .
ω	= Faktor tekuk yang bergantung pada kelangsingan (λ) dan macam bajanya.
ζ (zeta)	= Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi T_1 bergantung pada wilayah gempa.

ABSTRAKSI

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS 7 LANTAI DAN 1 BASEMENT DENGAN METODE DAKTAIL PENUH DI WILAYAH GEMPA 3

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk merencanakan gedung kampus bertingkat dengan fasilitas tertentu dalam satu gedung, dalam bentuk nyata hampir sama dengan gedung kampus. Perencanaan ini dibatasi pada perencanaan struktur dari gedung, yaitu struktur atap (kuda-kuda) dan beton bertulang (plat lantai, tangga, balok, kolom, dan perencanaan pondasi). Perencanaan gedung terletak di wilayah gempa 3 dengan faktor gempa sesuai dengan prinsip daktail penuh. Analisis perhitungan struktur gedung menggunakan bantuan “*SAP 2000*” *non linear* dengan tujuan mempercepat perhitungan. Sedangkan penggambaran menggunakan program *Autocad*. Analisis beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen dengan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SNI-1726-2002. Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung mengacu pada SNI 03-2847-2002, sedangkan untuk perhitungan struktur rangka atap baja mengacu pada SNI 03-1729-2002. Mutu bahan untuk penulangan struktur beton bertulang dengan kuat tekan (f'_c) = 25 MPa, f_y plat = 400 MPa, f_y balok = f_y kolom = f_y pondasi = 400 MPa, sedangkan untuk profil kuda-kuda baja menggunakan mutu baja Bj 37 (σ_{ijin} = 1600 kg/cm²). Hasil yang diperoleh pada perencanaan struktur gedung adalah sebagai berikut : Struktur rangka kuda-kuda baja menggunakan profil 2L 55.55.6, 2L 45.45.5, dan 2L 30.30.5, dengan alat sambung Baut dan pelat buhul 10 mm. Ketebalan plat atap 10 cm dengan tulangan pokok D10 dan tulangan bagi D8. Ketebalan plat lantai 12 cm dengan tulangan pokok D10 dan tulangan bagi D8. Ketebalan Plat tangga dan bordes 12 cm dengan tulangan pokok D12 dan tulangan bagi D8. Balok induk menggunakan dimensi 400/800, dan kolom rencana menggunakan dimensi 750/750. Dimensi pondasi tiang pancang 400/400 mm dengan tulangan pokok D12 dan tulangan geser 2 dp 6, plat *poer* (3,25x3,25) m² setebal 0,9 m dengan tulangan pokok D19 dan tulangan bagi D6, sedangkan dimensi sloof 300/500 menggunakan tulangan pokok D19 dan tulangan geser 2 dp 6-170.

Kata kunci : *Struktur gedung, daktail penuh, perencanaan, SAP 2000*